Les effets indirects font avancer l'évolution

28 août 2025 | Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Catégories: Biodiversité | Écosystèmes

Remarque: ce texte a été traduit automatiquement en français avec DeepL Pro. Pour l'article original, veuillez sélectionner l'allemand ou l'anglais (changement de langue en haut de la page).

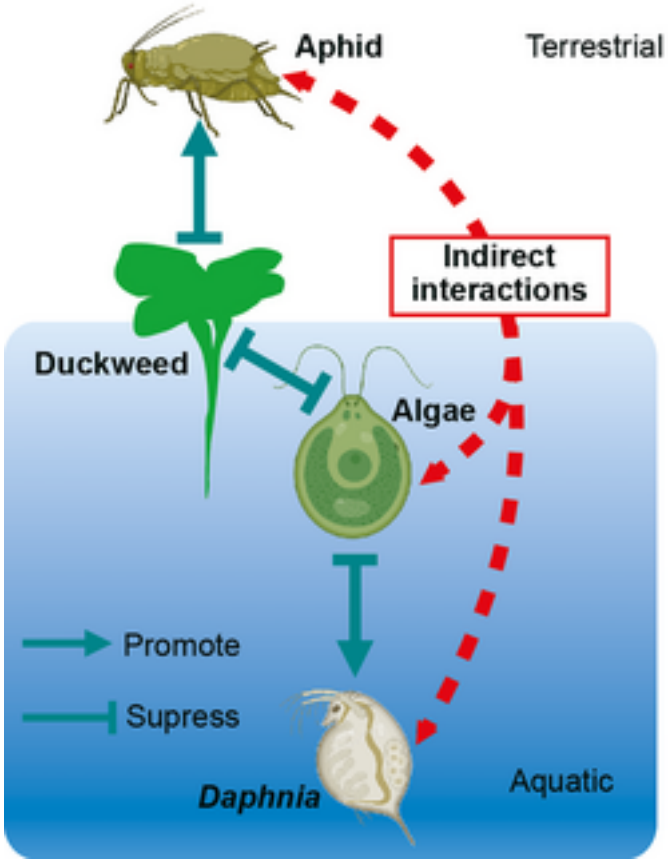
Une étude internationale menée dans les étangs expérimentaux de l'Eawag démontre l'impact des effets écologiques indirects sur l'évolution des espèces.

La nature est complexe : certaines espèces partagent leur habitat et interagissent directement, d'autres ne se rencontrent pas et ne peuvent donc s'influencer qu'indirectement. Mais les interactions indirectes sont-elles suffisamment fortes pour influencer l'évolution, c'est-à-dire pour modifier durablement une espèce ? Des chercheurs de l'Institut de biologie de l'évolution organique et moléculaire de l'Université Johannes Gutenberg de Mayence (JGU) ont pu répondre pour la première fois à cette question jusqu'ici ouverte, en collaboration avec des partenaires internationaux tels que l'Institut de recherche sur l'eau Eawag et l'Université de Bâle.

"Nous avons pu démontrer que des effets écologiques indirects peuvent provoquer une évolution rapide dans les communautés aquatiques", explique Shuqing Xu de la JGU. "Dans nos expériences, les pucerons ont influencé l'évolution de petits crustacés aquatiques, les puces d'eau, bien que les uns vivent à l'air libre et les autres dans l'eau et que leurs chemins ne se croisent donc pas. L'influence est uniquement médiatisée par l'environnement". Pour la biologie de l'évolution, qui s'est jusqu'ici surtout concentrée sur les effets directs et a en grande partie laissé de côté les effets indirects, ces découvertes sont fondamentales. Les chercheurs ont publié leurs résultats jeudi dernier dans la célèbre revue spécialisée PNAS.

Les génomes des groupes test et de contrôle montrent de nettes différences

Pour leurs recherches, les chercheurs ont utilisé différents étangs artificiels dans l'installation d'étangs expérimentaux de l'Eawag, qui contenaient chacun 15 000 litres d'eau. Dans l'air, des pucerons se nourrissant de lentilles d'eau - également connues sous le nom de "canard" - virevoltaient au-dessus. Plus les pucerons s'attaquaient à la canche, plus celle-ci se reproduisait difficilement, plus la lumière pénétrait dans les bassins correspondants et plus les algues en concurrence avec les lentilles d'eau pour la lumière et les nutriments se développaient, dont se nourrissaient à leur tour les puces d'eau dans l'eau. "Les pucerons et les puces d'eau vivent dans des habitats différents, mais leurs chaînes d'interaction s'influencent mutuellement", explique Xu.



Les organismes des habitats terrestres et aquatiques peuvent s'influencer par des effets écologiques indirects.

Image : Shuqing Xu, Université Johannes Gutenberg (icônes de biorender.com)

Les chercheurs se sont surtout consacrés à la question de l'impact de l'existence des pucerons sur les puces d'eau. Toutes les deux semaines, l'équipe a prélevé des échantillons d'eau et analysé des paramètres tels que la température, la teneur en nutriments et en oxygène. Ils ont également compté les pucerons, les lentilles d'eau, les algues et les puces d'eau. "Nous avons établi un enregistrement continu des changements dans les étangs. La deuxième année, nous avons constaté une augmentation de la population de puces d'eau, qui avaient plus de nourriture en raison de la croissance plus importante des algues", explique Vorburger, chef de groupe de recherche au département d'écologie aquatique de l'Eawag. Des étangs de construction identique avec des lentilles d'eau, des algues et des puces d'eau, sans pucerons, ont servi de référence. Afin de comprendre les changements évolutifs - c'est-à-

dire d'examiner comment les puces d'eau ont évolué - les chercheurs ont notamment analysé les séquences génétiques des puces d'eau et les ont comparées à celles des puces d'eau des étangs de contrôle. "De nombreux endroits du génome ont montré des différences significatives", résume Malacrinò, - ancien chef de groupe dans l'équipe de Xu et désormais professeur assistant à l'université de Clemson aux États-Unis - les résultats. "Cela montre que l'évolution des puces d'eau dans les bassins de mesure et dans les bassins de contrôle se fait dans deux directions différentes - sous l'impulsion de la présence ou de l'absence des pucerons".

Les adaptations évolutives et leurs coûts

Cependant, cette évolution menée par les insectes influence-t-elle l'adaptation des puces d'eau à leur environnement ? Pour répondre à cette question, les chercheurs ont placé 50 puces d'eau de chaque étang de mesure dans un étang de contrôle et inversement. Résultat : les puces d'eau des "étangs à pucerons" s'en sortaient mal dans les étangs de contrôle - en raison de leur évolution, elles ne pouvaient donc plus survivre correctement que dans les étangs à pucerons, plus riches en substances nutritives. En revanche, les puces d'eau des bassins de contrôle n'ont eu aucune difficulté à s'acclimater au bassin des pucerons. "L'adaptation des puces d'eau à l'environnement avec les pucerons avait donc un prix", résume Martin Schäfer, collaborateur de Xu. Les chercheurs ont en outre étudié la manière dont les changements de la communauté aquatique se répercutaient sur les pucerons. Ils ont constaté que la hausse des températures, des teneurs en nutriments et l'augmentation des puces d'eau avaient un effet positif sur la population de pucerons.

Les connaissances issues de la recherche fondamentale en laboratoire ne sont souvent pas transposables à l'identique dans les eaux naturelles. C'est pourquoi l'Eawag a construit une installation d'étangs expérimentaux sur son site, à côté du bâtiment expérimental Aquatikum à Dübendorf. Dans ces étangs se forment de petits écosystèmes exposés aux conditions météorologiques naturelles. Les chercheurs peuvent influencer et contrôler ces systèmes de manière expérimentale. Cela permet de répondre à des questions sur le fonctionnement des écosystèmes et de la biodiversité auxquelles on ne pourrait pas répondre par des études en éprouvette.

En savoir plus sur les étangs expérimentaux

"Nous avons pu démontrer pour la première fois, avec une preuve directe, que même des espèces qui n'entrent pas en contact les unes avec les autres peuvent s'influencer mutuellement dans leur évolution", explique Xu. "Cela montre l'importance des interactions indirectes pour la biologie de l'évolution. Si elles continuent à être négligées par la recherche, il sera probablement difficile de transposer dans la nature des relations démontrées en laboratoire. Il est donc par exemple nettement insuffisant de considérer la masse terrestre et les zones aquatiques comme des systèmes séparés".

Xu souligne en outre que l'étude actuelle n'aurait pas été possible sans une collaboration internationale. Certes, l'idée est venue de son groupe, qui travaille depuis longtemps sur les lentilles d'eau. Mais en ce qui concerne l'expertise sur les puces d'eau, c'est l'Université de Bâle qui est en tête, tandis que l'Eawag a apporté au projet son savoir-faire sur les systèmes aquatiques. Vorburger ajoute à quel point l'installation de bassins expérimentaux de l'Eawag a

été importante pour ce projet. Ce n'est que grâce à la possibilité d'une réplication à une grande échelle, donc réaliste, qu'il a été possible de démontrer de tels effets indirects au-delà des limites de l'habitat.

Photo de couverture : Martin Schäfer prélève un échantillon d'eau dans l'un des étangs expérimentaux (photo : Christoph Walcher, Eawag).

Publication

M. Schäfer et al., Aphid herbivory on macrophytes drives adaptive evolution in an aquatic community via indirect effects, PNAS, 21 août 2025, DOI : 10.1073/pnas.2502742122, https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2502742122

Links

Vers le communiqué de presse de l'université Johannes Gutenberg de Mayence

Contact

Christoph Vorburger

Tel. +41 58 765 5196

christoph.vorburger@eawag.ch

Contact externe

Prof. Dr. Shuqing Xu

Institut für Organismische und Molekulare Evolutionsbiologie, Johannes Gutenberg-Universität Mainz

shuqing.xu@uni-mainz.de

https://www.eawag.ch/fr/portail/dinfo/actualites/news-archives/detail-de-larchive/les-effets-indirects-font-avancer-levolution